

Pengenalan Iris menggunakan Ekstraksi Fitur *Histogram of Oriented Gradient*

<http://dx.doi.org/10.28932/jutisi.v4i1.756>

Siska Devella^{#1}

[#]Teknik Informatika, ,STMIK Global Informatika MDP
Jl. Rajawali No. 14 Palembang

¹siskadevella@mdp.ac.id

Abstract— Iris is a biometric-based on physiological characteristics. Iris is completely unique, the patterns of one person's two eyes are quite different from each other and even genetically identical twins have different iris patterns. The Iris of a person is stable throughout a person's life. Therefore, the iris recognition system has a high level of security. This study proposed iris recognition system using Histogram of Oriented Gradient (HOG) as feature extraction and two classifier K - Nearest Neighbors (K-NN) and Naive Bayes. CASIA Iris Interval V4.0 database is utilized to evaluate the performance of the proposed methods. The experimental results show that the iris image with normalization has a better accuracy when compared with iris images without normalization. The highest accuracy in this research is HOG + KNN for iris with normalization, with accuracy 96%.

Keywords—Biometric, Recognition, Iris, Normalization, HOG, K-NN, Naive Bayes

I. PENDAHULUAN

Salah satu masalah yang cukup penting dalam kehidupan masyarakat adalah keamanan. Terjadinya banyak tindak kejahatan terhadap pemalsuan identitas seseorang yang mengindikasikan bahwa masyarakat kurang memperoleh jaminan keamanan yang baik. Oleh karena itu dibutuhkan sistem keamanan yang handal untuk melindungi dan menjaga kerahasiaan data atau informasi penting agar tidak dapat diakses dan dicuri oleh orang-orang yang tidak mempunyai hak dan kepentingan untuk mengakses data atau informasi tersebut. Pemberian hak akses dilakukan dengan pengenalan identitas seseorang secara otomatis berdasarkan sesuatu yang dapat dikenali yang berbasiskan teknologi komputer.

Biometrik menunjukkan identifikasi atau otentifikasi identitas seseorang yang didasarkan pada karakteristik unik yang dimiliki masing-masing individu. Sistem Biometrik dibagi menjadi dua yaitu berdasarkan karakteristik fisiologi dan karakteristik perilaku. Karakteristik fisiologi berkaitan dengan bentuk tubuh yang dimiliki oleh seseorang, seperti sidik jari, wajah, iris mata, DNA, geometri tangan, retina dan lainnya. Sedangkan karakteristik perilaku merupakan

pola perilaku yang dimiliki seseorang, seperti gaya berjalan, suara, dan lainnya. Salah satu syarat sistem biometrik yang baik yaitu biometrik harus memiliki keunikan yang tinggi dan stabil [1].

Pengenalan iris mata merupakan jenis biometrik yang berdasarkan pada karakteristik fisiologis. Dimana iris memiliki tekstur yang unik dan sangat kompleks sebagai salah satu metode pengenalan yang digunakan dalam biometrik. Iris mata memiliki pola yang stabil dan dapat diandalkan, hal ini dikarenakan iris mata manusia memiliki pola yang konsisten sepanjang waktu [2], [3], [4].

John Daugman adalah peneliti pertama yang berhasil mengimplementasikan algoritma untuk sistem pengenalan iris [5]. *Daugman* dalam penelitiannya mengusulkan 2D Gabor Wavelet untuk mengkodekan pola iris dan *Hamming Distance* digunakan untuk proses pencocokan citra iris.

Secara umum, pengenalan identitas berbasis biometrik iris dapat dibagi menjadi tiga tahap, yaitu tahap pemrosesan, tahap ekstraksi fitur, dan tahap pengenalan. Pada tahap pemrosesan dilakukan proses segmentasi, pembuangan *noise* berupa bulu mata dan kelopak mata serta proses normalisasi. Setelah tahap pemrosesan akan dilakukan tahap ekstraksi fitur yaitu citra yang didapatkan dari tahap pemrosesan kemudian akan diekstraksi untuk mendapatkan ciri uniknya. Dan tahap terakhir adalah tahap pengenalan yaitu untuk menentukan kecocokan atau kesamaan citra iris.

Dalam sistem pengenalan iris, tahap pemrosesan merupakan proses penting karena kesalahan dalam proses tersebut akan mempengaruhi hasil ekstraksi fitur [5], [6], sehingga fitur yang tidak unik (penting) akan diikut diekstraksi. Dan untuk meningkatkan akurasi pengenalan maka perlu mengeksplorasi fitur citra iris. Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini mengusulkan metode *Histogram of Oriented Gradient* sebagai metode ekstraksi untuk mendapatkan fitur unik dari iris. Dan membandingkan dua *classifier* yaitu KNN dan *Naive Bayes* untuk mengetahui pengaruh *classifier* terhadap tingkat akurasi pengenalan citra normalisasi iris dan citra annular iris.

II. STUDI LITERATUR

Pada bagian ini berisi teori mengenai Biometrik, *Daugman's Rubber Sheet Model*, *Histogram of Oriented Gradient* (HOG), *K – Nearest Neighbors* (KNN), *Naive Bayes*, dan penelitian – penelitian sebelumnya.

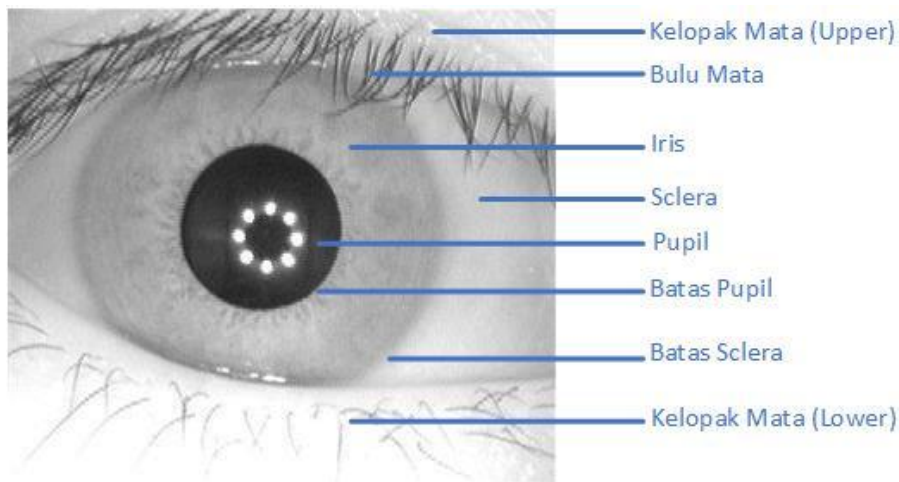
A. Biometrik

Biometrik digunakan untuk mengenali atau mengidentifikasi seseorang berdasarkan pada karakteristik fisiologis dan perilaku. Karakteristik fisiologis berhubungan dengan bentuk tubuh yang dimiliki seseorang. Contohnya antara lain sidik jari, *palm veins*, pengenalan wajah, DNA, *palm print*, geometri tangan, pengenalan iris, retina dan lain-lain. Sedangkan karakteristik perilaku berhubungan dengan pola perilaku seseorang, ritme mengetik, gaya berjalan, dan suara.

Sistem biometrik yang baik yaitu ditandai dengan fitur yang unik sehingga kemungkinan untuk dua orang jika dicocokkan menghasilkan kesalahan dalam pencocokan

sangat kecil. Perbandingan biometrik dapat dilihat pada Tabel I. Kualitas yang paling dasar pada karakteristik fisiologis atau perilaku manusia yang harus dimiliki untuk memenuhi syarat sebagai biometrik antara lain sebagai berikut sebagai berikut [8] :

- *Universality* yaitu setiap orang memiliki karakteristik tersebut.
- *Distinctiveness* yaitu karakteristik yang dimiliki oleh dua orang harus cukup berbeda.
- *Permanence* yaitu karakteristik harus tetap stabil.
- *Collectability* yaitu dapat dilakukan pengukuran kuantitatif dari karakteristik tersebut.
- *Performance* yaitu mengacu pada akurasi serta kecepatan sistem biometrik.
- *Acceptability* yaitu kediaan orang untuk menerima sistem biometrik.
- *Circumvention* yaitu berkaitan dengan bagaimana kemudahan dalam memalsukan identitas seseorang saat menggunakan sistem biometrik.



Gambar 1. Mata dan bagiannya (CASIA Interval Iris V4.0) [9]

Tahun 1985, dua dokter mata yaitu *Leonard Flom* dan *Aran Safir* mengusulkan konsep bahwa tidak ada dua iris yang sama dimiliki oleh manusia [10]. Kemudian pada tahun 1991, *John Daugman* yang merupakan profesor untuk bidang *computer vision* dan *pattern recognition* pada University of Cambridge, mengembangkan sebuah algoritma untuk mengidentifikasi iris mata manusia [5].

Pada Gambar 1 dapat dilihat mata dan bagiannya, dimana iris merupakan organ internal tubuh yang mudah terlihat dari luar dan mengontrol jumlah cahaya yang masuk ke mata, dengan menggunakan dilator dan *sphincter* untuk mengontrol ukuran pupil. Iris memiliki pola epigenetik yang unik dan juga tetap stabil sepanjang hidup. Sistem biometrik

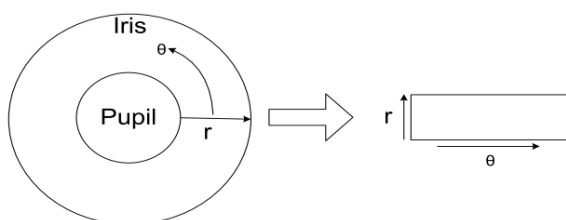
untuk pengenalan iris mata manusia memiliki kelebihan antara lain yaitu unik dimana iris memiliki pola yang unik jika dibandingkan dengan pola lain, karena tekstur yang dimiliki iris. Contohnya bintik-bintik, korona, garis dan kerutan. Bahkan orang yang kembar sekalipun memiliki pola iris yang berbeda. Pembentukan pola pada iris adalah acak dimana pola tersebut tidak berhubungan dengan faktor genetik, hanya pigmentasi pada iris (warna pada iris) yang merupakan karakteristik yang bergantung pada faktor genetik. Iris juga stabil dimana tekstur iris terbentuk selama masa kehamilan dan struktur utama pada iris terbentuk setelah 10 bulan kelahiran. Pola iris stabil sepanjang hidup seseorang [1].

TABEL I
PERBANDINGAN BIOMETRIKS [11]

BIOMETRIC	FINGERPRINT	FACE	HAND GEOMETRY	IRIS	VOICE
Universality	Worm ridges, gangguan jari / tangan	Tidak ada	Gangguan tangan	Tunanetra	Gangguan berbicara
Distinctiveness	High	Low	Medium	High	Low
Permanence	High	Medium	Medium	High	Low
Collectability	Medium	High	High	Medium	Medium
Performance	High	Low	Medium	High	Low
Acceptability	Medium	High	Medium	Low	High
Circumvention	Low	High	Medium	Low	High

B. Daugman's Rubber Sheet Model

Daugman's Rubber Sheet Model [5] digunakan untuk normalisasi citra iris yang dapat dilihat pada Gambar 2. Daugman merancangkan Rubber Sheet Model untuk mengatur ulang setiap titik yang berada di dalam daerah iris pada koordinat polar (r, θ). Dengan range nilai r adalah $[0,1]$ dan θ adalah $[0, 2\pi]$.



Gambar 2. Daugman's Rubber Sheet Model

Kartesien ke polar transform dapat direpresentasikan sebagai [12] :

$$I(x(r, \theta), y(r, \theta)) \rightarrow I(r, \theta)$$

dimana,

$$x(r, \theta) = (1 - p) \times x_p(\theta) + p + x_i(\theta)$$

$$y(r, \theta) = (1 - p) \times y_p(\theta) + p + y_i(\theta)$$

Keterangan :

I adalah citra iris

x dan y adalah aktual koordinat

r dan θ adalah correspondens koordinat polar

x_p dan y_p serta x_i dan y_i adalah koordinat pupil dan iris.

C. Histogram of Oriented Gradient

Dalal dan Triggs [13] pada tahun 2005 melakukan penelitian deteksi objek dengan menggunakan Histogram of Oriented Gradient (HOG) yang merupakan fitur deskriptor yang digunakan pada computer vision dan pengolahan citra untuk mendeteksi objek. Citra input diekstraksi dengan menggunakan HOG menjadi sel persegi. Prinsip utama HOG adalah bahwa tampilan objek dalam citra dapat

digambarkan dengan distribusi gradien intensitas, dan deskriptor ini dapat diimplementasikan dengan membagi citra menjadi sel – sel atau daerah – daerah kecil. Selanjutnya arah gradien histogram pada setiap sel dikompilasi, histogram ini mewakili deskriptor. Dan juga histogram dapat dinormalisasi dengan menghitung intensitas melalui daerah citra yang lebih luas, daerah ini disebut dengan blok, dan kemudian menormalisasikan semua sel di dalam blok tersebut.

D. K – Nearest Neighbors

Salah satu algoritma klasifikasi objek yang paling sederhana adalah KNN. Algoritma KNN dapat digunakan dalam aplikasi pengenalan pola, pembelajaran mesin, regresi dan lainnya. Prinsip dasar KNN adalah mengambil nilai tetangga pada ruang fitur [12], [14]. Algoritma KNN mengklasifikasikan objek dengan tiga langkah [12] antara lain menghitung jarak antar semua vektor latih dan vektor uji, memilih vektor K yang paling dekat, serta menghitung rata-rata jarak vektor terdekat. Untuk menghitung jarak dapat menggunakan algoritma Euclidean Distance, Hamming Distance, Cityblock Distance, Cosine dan lainnya. Pada klasifikasi, output KNN adalah keanggotaan kelas. Objek dikelompokkan berdasarkan vote terbanyak dari tetangganya. Jika $K = 1$, maka objek tersebut hanya ditugaskan ke kelas tetangga terdekatnya. Tidak ada cara khusus untuk menentukan nilai K, akan tetapi dapat mencoba untuk memilih nilai yang terbaik.

E. Naive Bayes

Naive Bayes merupakan salah satu metode estimasi kerapatan paling sederhana dimana dapat membentuk salah satu metode klasifikasi standar dalam pembelajaran mesin. Kelebihan yang dimiliki oleh algoritma Naive Bayes antara lain pelatihan yang cepat, dapat digunakan sebagai algoritma kasifikasi, mudah dalam menangani atribut yang hilang dan lainnya.

Prinsip yang diadopsi adalah memperkirakan probabilitas bersyarat dari setiap label kelas sehubungan dengan sampel uji. Pada algoritma Naive Bayes, diasumsikan bahwa masing-masing atribut yang diadopsi tidak bergantung pada yang lainnya [15].

F. Penelitian Terdahulu

Telah banyak dilakukan penelitian mengenai pengenalan iris dengan berbagai metode. Rangkuman penelitian – penelitian terdahulu dapat dilihat pada Tabel II. *Alphonse Bertillon* pada tahun 1886 yang pertama kali mengusulkan karakteristik mata manusia sebagai alat untuk melakukan identifikasi seseorang. Kemudian tahun 1987, *Leonard Flom* dan *Alan Safir* mematenkan ide mereka tentang sistem pengenalan iris. Tahun 1994, *John Daugman* juga mengajukan paten algoritma pengenalan iris.

Penelitian [1] yang dilakukan oleh *Libor Masek* dengan mengembangkan *open source* sistem pengenalan iris, dimana terdapat tiga proses utama antara lain proses segmentasi, normalisasi, *feature encoding* dan pencocokan. Penelitian tersebut menggunakan dua *database* iris yaitu CASIA dengan 108 kelas dan LEI sebanyak 120 citra iris. Eksperimen menunjukkan bahwa *False Rejection Rate* (FRR) dan *False Acceptance Rate* (FAR) untuk *database* LEI adalah 0%, sedangkan untuk *database* CASIA adalah 0,0005% dan 0.238%. Tetapi *database* LEI memiliki kelemahan dalam proses segmentasi dengan tingkat keberhasilan 62%.

Penelitian [2] pengenalan iris dengan mengusulkan dua metode ekstraksi fitur yaitu *Histogram of Oriented Gradients* (HOG) dan *Local Intensity Order Pattern* (LIOP) dan *Support Vector Machine* sebagai algoritma klasifikasi. HOG adalah fitur deskriptor yang digunakan dalam pengolahan citra dan *computer vision*.

Penelitian [3] teknik pengenalan iris yang diusulkan adalah iris *multiclass* dengan citra iris yang tidak dinormalisasi dan citra iris yang dinormalisasi. Fitur iris diekstraksi menggunakan *Gray Level Co-Occurrence Matrix* (GLCM), kemudian akan diklasifikasi dengan menggunakan KNN dan Fuzzy KNN dengan tiga *distance* yang digunakan yaitu *Euclidean Distance*, *Cosine* dan *Cityblock*. Penelitian tersebut dilakukan pada CASIA Iris Interval V3.0 *database* dan hasil penelitian menunjukkan bahwa pengenalan iris menghasilkan akurasi yang baik dengan menggunakan KNN dan F-KNN.

Penelitian [4] mengusulkan sistem pengenalan iris dengan menggunakan ekstraksi fitur *Gabor Wavelet*, *Local Binary Pattern*, *Histogram of Oriented Gradient*. Penelitian tersebut melakukan perbandingan terhadap lima pendekatan ekstraksi fitur untuk identifikasi iris yaitu ekstraksi fitur untuk seluruh template iris, *inner region*, *outer region*, *upper portion* dan *lower portion*. Metode yang diusulkan dievaluasi berdasarkan *False Rejection Rate* (FRR), *False Acceptance Rate* (FAR) dan *Correct Recognition Rate* (CRR). Hasil eksperimen menunjukkan bahwa metode HOG menghasilkan tingkat CRR yang paling tinggi dibandingkan dengan dua metode lain yang diusulkan.

Penelitian [12] mengusulkan perbandingan tiga pendekatan ekstraksi fitur yaitu *Histogram of Oriented Gradient* (HOG), *Gray Level Co-Occurrence Matrix* (GLCM) dan *Local Binary Pattern* (LBP) dengan dua metode klasifikasi KNN dan SVM. Tahapan pengenalan iris

dalam penelitian tersebut antara lain *resize* citra iris, segmentasi daerah iris, normalisasi daerah iris, ekstraksi fitur dan klasifikasi. Hasil eksperimen menunjukkan bahwa sistem yang diusulkan mencapai tingkat pengenalan 100% untuk metode HOG dan KNN pada *database* citra iris yang adalah UPOL dan IITD.

Penelitian [14] sistem pengenalan iris yang paling praktis adalah sistem yang menggunakan algoritma asli yang dikembangkan oleh *John Daugman*. Penelitian tersebut mengusulkan tahapan pengenalan iris sebagai berikut segmentasi citra iris dengan menggunakan *Morphological bridged canny edge detection*, normalisasi citra iris pembentukan matriks fitur, dan klasifikasi fitur iris menggunakan algoritma klasifikasi KNN. Berdasarkan eksperimen didapatkan akurasi pengenalan adalah 100% dengan waktu pengenalan 0.8254 sec.

Penelitian [16] mengusulkan sistem pengenalan iris mata dengan menggunakan metode SURF dimana secara efisien dapat menangani masalah rotasi, skala atau pencahayaan. Dalam penelitian ini menggunakan tiga dataset yaitu BATH, CASIA dan IITK. Terdapat dua *test case* dalam eksperimen yang dilakukan *Hunny Mehrotra et.al.* pertama terhadap annular iris dan kedua terhadap iris yang dinormalisasi. Hasil yang didapatkan peneliti menunjukkan bahwa akurasi lebih dari 97% untuk *test case* annular iris dimana akurasi tersebut lebih baik dibandingkan dengan iris yang dinormalisasi.

Penelitian [17] mengusulkan metode *Local Binary Pattern* (LBP) untuk mengekstraksi fitur citra iris, kemudian klasifikasi dilakukan oleh dua *classifier* yang berbeda yaitu KNN dan *Naive Bayes*, dengan *database* iris yang digunakan yaitu MMU. Berdasarkan eksperimen menunjukkan bahwa pendekatan yang diusulkan memiliki tingkat akurasi yang lebih baik dibandingkan dengan metode konvensional yang lain.

Penelitian [18] melakukan penelitian mengenai pengenalan iris dengan menggunakan ekstraksi fitur *Local Binary Pattern* dan *Average Local Binary Pattern* dengan KNN sebagai algoritma klasifikasi. ALBP menempatkan nilai tinggi pada pentingnya piksel inti, sementara hampir semua variasi lain dari LBP telah berfokus pada pemilihan lingkungan sekitar. Dalam kerangka yang diusulkan pada penelitian ini, daerah iris yang valid dilokalisasi, selanjutnya akan dinormalisasi menjadi persegi panjang dengan ukuran yang sama. *Database* iris yang digunakan adalah CASIA Iris V4.0 dan UBIRIS V1. Berdasarkan hasil eksperimen menunjukkan bahwa baik LPB maupun ALPB dengan klasifikasi KNN menghasilkan tingkat akurasi yang sama yaitu 99,91%.

Berdasarkan hasil penelitian [2], [4], [12] HOG menghasilkan akurasi yang baik dalam pengenalan citra normalisasi iris dengan *classifier* yang digunakan adalah SVM dan KNN, selain itu juga HOG telah digunakan untuk deteksi objek seperti *human detection* [13]. Sedangkan *classifier K – Nearest Neighbors* (KNN) dan *Naive Bayes* dengan ekstraksi fitur LBP pada penelitian [17]

menghasilkan akurasi pengenalan iris yang baik juga. Penelitian dengan menggunakan citra annular dan citra normalisasi dilakukan oleh Kulkarni et. al. dan Mehrotra et.al. Oleh karena itu, pada penelitian ini akan membandingkan metode HOG + KNN dan HOG + Naive

Bayes pada citra normalisasi dan citra annular iris untuk mengetahui pengaruh ekstraksi fitur dan classifier terhadap tingkat akurasi pengenalan iris dengan dataset yang digunakan adalah CASIA Iris Interval V4.0.

TABEL II
PENELITIAN SEBELUMNYA & PENELITIAN YANG DIUSULKAN

Penelitian	Metode	Database	Jumlah Citra	Tahap Pemrosesan
Libor Masek [1]		CASIA	624	Normalisasi
		LEI	75	Normalisasi
Malutan et.al. [2]	HOG + SVM			Normalisasi
	LIOP + SVM			Normalisasi
Kulkarni et.al. [3]	GLCM + KNN	CASIA V3.0		Normalisasi
	GLCM + FKNN			Tanpa Normalisasi
Savithiri et.al [4]	Gabor Wavelet, LBP, HOG	MMU	130	Normalisasi
Alhamrouni [12]	HOG + KNN	UPOL	384	Normalisasi
	HOG + SVM			Normalisasi
	GLCM + KNN			Normalisasi
	GLCM + SVM	IITK	1120	Normalisasi
	LBP + KNN			Normalisasi
	LBP + SVM			Normalisasi
Qureshi [14]	KNN	CASIA	32 Citra Uji	Normalisasi
Mehrotra et.al [16]	SUFT	BATH		Normalisasi
		CASIA V3.0		Tanpa Normalisasi
		IITK		
Sarode dan Patil [17]	LBP + KNN	MMU		Normalisasi
	LBP + Naive Bayes	MMU		Normalisasi
C.Li et.al. [18]	LBP + KNN	CASIA V4.0		Normalisasi
	ALBP + KNN	UBIRIS		Normalisasi
Penelitian yang diusulkan	HOG + KNN	CASIA V4.0	500	Normalisasi
	HOG + KNN			Tanpa Normalisasi
	HOG + Naive Bayes			Normalisasi
	HOG + Naive Bayes			Tanpa Normalisasi

III. METODOLOGI

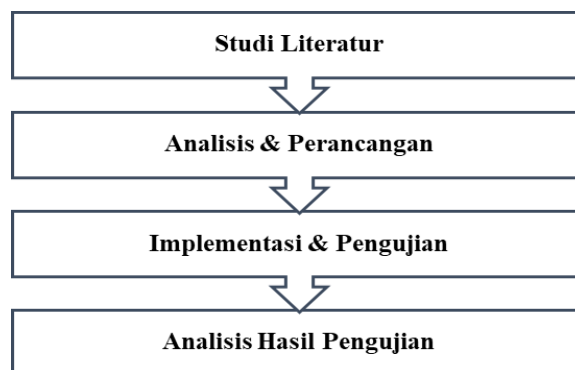
Berdasarkan penelitian – penelitian terdahulu mengenai pengenalan iris, maka pada penelitian ini akan membandingkan classifier KNN dan classifier Naive Bayes dengan ekstraksi fitur yang digunakan adalah HOG. Penelitian ini perlu dilakukan untuk mengetahui pengaruh HOG, classifier KNN dan Naive Bayes terhadap tingkat akurasi pengenalan citra normalisasi iris dan citra annular iris.

Diagram tahapan penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3 yang terdiri dari empat tahap antara lain :

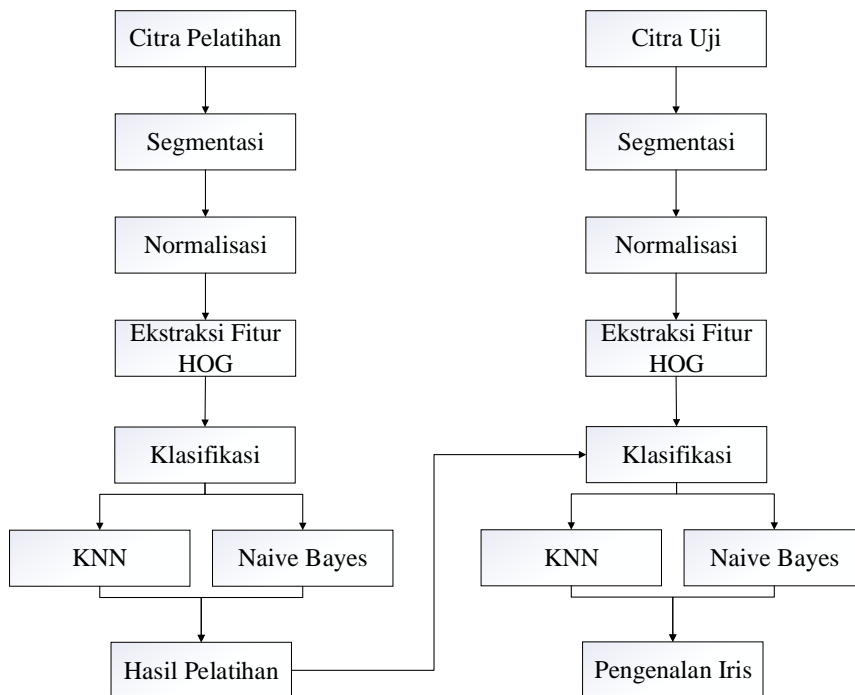
- Studi Literatur : pada tahap ini dilakukan studi literatur mengenai penelitian serta informasi lainnya yang menunjang penelitian ini.
- Analisis dan Perancangan : pada tahap ini dilakukan analisis terhadap permasalahan, sehingga didapatkan kebutuhan apa saja yang diperlukan. Kemudian dibuat perancangan dari sistem yang akan dibangun. Perancangan sistem pengenalan iris dapat dilihat pada Gambar 4 dan Gambar 5.
- Implementasi dan Pengujian : pada tahap ini dilakukan implementasi desain dari sistem yang akan dirancang ke

dalam program. Kemudian dilakukan uji coba terhadap sistem yang telah dirancang dengan menggunakan data yang telah disiapkan.

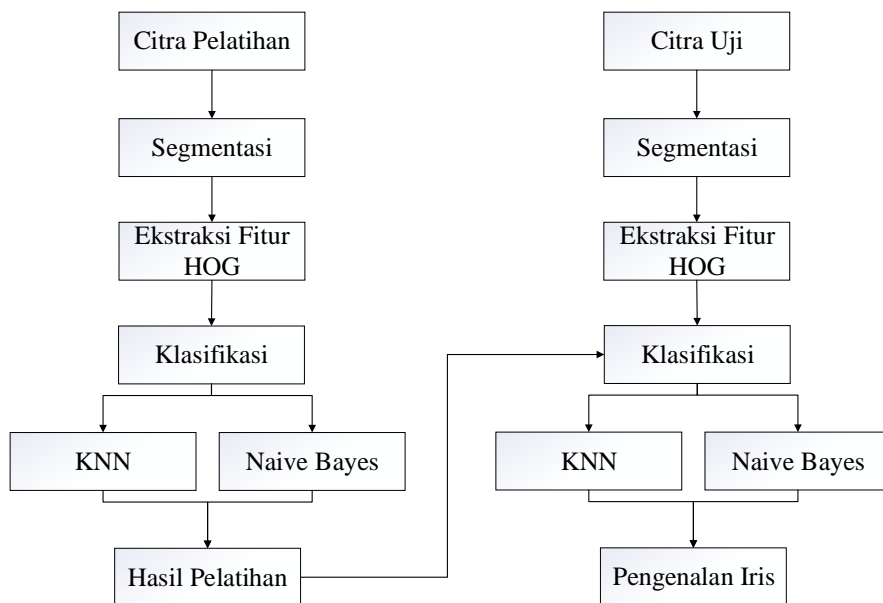
- Analisis Hasil Pengujian : pada tahap ini dilakukan analisis dari hasil pengujian yang telah dilakukan untuk menjawab pertanyaan dari penelitian ini. Dari hasil analisis tersebut dapat ditarik kesimpulan mengenai hasil dari pengenalan iris.



Gambar 3. Tahapan Penelitian



Gambar 4. Diagram proses pelatihan dan pengujian pengenalan iris dengan normalisasi

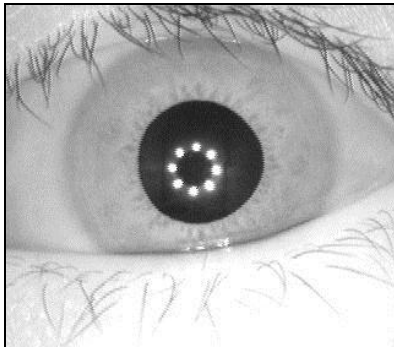


Gambar 5. Diagram proses pelatihan dan pengujian pengenal iris tanpa normalisasi

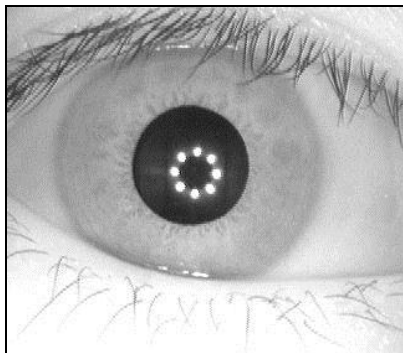
Proses sistem pengenalan iris antara lain input citra iris, segmentasi citra iris menggunakan *Circular Hough Transform* dan deteksi tepi Canny, normalisasi citra iris menggunakan metode *Daugman's Rubber Sheet Model*,

HOG sebagai ekstraksi fitur, KNN dan *Naive Bayes* sebagai metode klasifikasi. Metode KNN yang digunakan adalah KNN dengan jumlah *neighbors* 3 dan 5, sedangkan untuk *distance* yang digunakan adalah *Euclidean Distance*.

Penelitian ini menggunakan dataset CASIA (*Chinese Academy of Sciences Institute of Automation*) Iris Interval V4.0 berupa citra iris grayscale dengan resolusi setiap citra adalah 320 x 280 piksel. Total citra yang digunakan yaitu 500 citra baik mata kanan maupun mata kiri, yang kemudian dibagi menjadi 400 citra latih dan 100 citra uji dari 50 kelas orang. Citra iris kanan dan iris kiri dapat dilihat pada Gambar 6 dan Gambar 7.



Gambar 6. Citra Iris Kiri CASIA Interval V4.0



Gambar 7. Citra Iris Kanan CASIA Interval V4.0

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini dilakukan dua skenario pengujian yaitu pengujian terhadap metode HOG + KNN dan metode HOG + *Naive Bayes*.

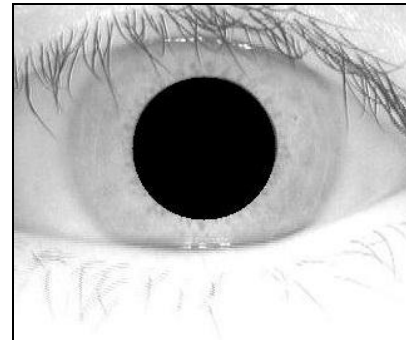
A. Citra Annular Iris

Proses pertama untuk mendapatkan citra normalisasi iris yaitu dilakukan segmentasi citra iris dengan menggunakan metode *Circular Hough Transform* dan metode deteksi tepi *Canny* untuk mendeteksi batas iris dan batas pupil seperti yang dilakukan pada penelitian sebelumnya [1].

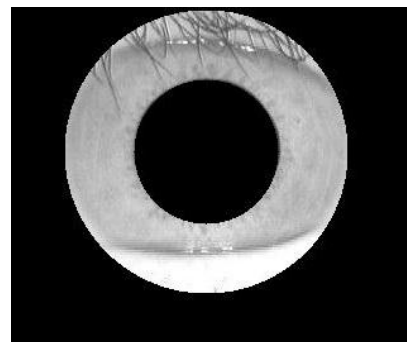
Setelah didapatkan batas antara daerah pupil dan daerah iris, maka kemudian daerah pupil akan dihilangkan (Gambar 8a) dan daerah di luar iris juga akan dihilangkan (Gambar 8b) sehingga akan diperoleh citra annular iris. Proses selanjutnya yaitu pembuangan noise berupa bulu mata dan kelopak mata, dapat dilihat pada Gambar 8c.

Pada Gambar 8b masih terdapat *noise* berupa bulu mata dan daerah diluar iris yaitu sclera, sehingga diperlukan

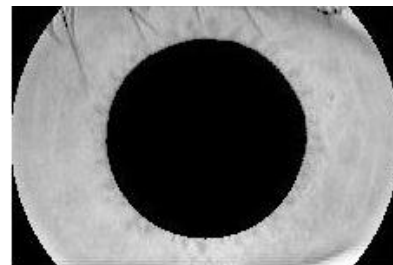
proses untuk membuat *noise* tersebut sebelum dilakukan ekstraksi fitur HOG.



Gambar 8a. Citra hasil penghilangan daerah pupil



Gambar 8b. Citra hasil penghilangan daerah di luar iris



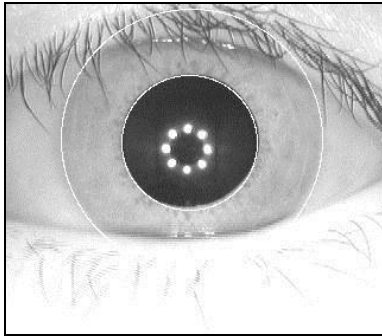
Gambar 8c. Citra hasil remove noise

Setelah didapatkan citra hasil segmentasi dan pembuangan noise maka dilanjutkan ke proses ekstraksi fitur dengan menggunakan metode HOG dan klasifikasi dengan menggunakan KNN dan *Naive Bayes*.

B. Citra Normalisasi Iris

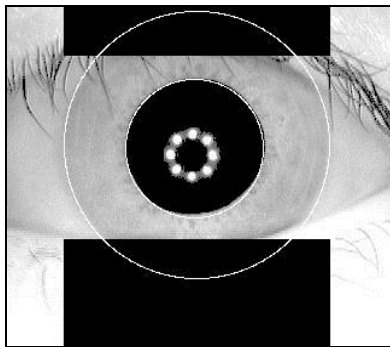
Proses pengenalan iris untuk citra normalisasi yaitu dilakukan segmentasi citra iris dengan menggunakan metode *Circular Hough Transform* dan metode deteksi tepi *Canny* untuk mendeteksi batas iris dan batas pupil seperti yang dilakukan pada penelitian sebelumnya [1]. Setelah didapatkan batas antara daerah pupil dan daerah iris, maka akan dilakukan segmentasi untuk daerah iris, hasil segmentasi tersebut akan dilakukan normalisasi sehingga

akan diperoleh daerah persegi panjang dari citra iris. Proses segmentasi dan normalisasi mengadaptasi penelitian yang dilakukan oleh Libor Masek [1].



Gambar 9a. Batas iris dan pupil

Pada Gambar 9a lingkaran putih merupakan batas antara daerah iris dengan pupil serta batas antara daerah iris dengan sclera. Gambar 9b merupakan hasil pembuangan noise seperti bulu mata dan kelopak mata, dan Gambar 9c adalah citra hasil normalisasi yang berbentuk polar. Citra tersebut yang selanjutnya akan diekstraksi menggunakan HOG dan klasifikasi dengan menggunakan KNN dan Naive Bayes.



Gambar 9b. Pembuangan Noise



Gambar 9c. Citra Normalisasi

Setelah didapatkan citra hasil normalisasi maka dilanjutkan ke proses ekstraksi fitur dengan menggunakan

metode HOG dan klasifikasi dengan menggunakan KNN dan Naive Bayes.

C. Pengujian 1 : HOG + KNN

Citra iris yang digunakan adalah sebanyak 500 citra, dimana 400 citra digunakan sebagai citra latih dan 100 citra uji. Skenario pengujian 1 HOG + KNN untuk citra annular dan citra normalisasi antara lain :

- a. Data latih iris kiri sebanyak 200 citra dan data uji iris kiri sebanyak 50 citra. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel III dan Tabel VI.
- b. Data latih iris kanan sebanyak 200 citra dan data uji iris kiri sebanyak 50 citra. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel IV dan Tabel VII.
- c. Data latih iris kiri dan iris kanan sebanyak 400 citra dan data uji iris kiri dan kanan sebanyak 100 citra. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel V dan Tabel VIII.

TABEL III
HASIL PENGUJIAN IRIS KIRI (ANNULAR)

Classifier	K	HOG Cellsize & Orient.	Fitur Vektor	Akurasi
KNN	3	8 dan 8	14688	80.0%
KNN	5	8 dan 8	14688	82.0%
KNN	3	8 dan 4	29988	76.0%
KNN	5	8 dan 4	29988	76.0%

TABEL IIIV
HASIL PENGUJIAN IRIS KANAN (ANNULAR)

Classifier	K	HOG Cellsize & Orient.	Fitur Vektor	Akurasi
KNN	3	8 dan 8	14688	80.0%
KNN	5	8 dan 8	14688	82.0%
KNN	3	8 dan 4	29988	76.0%
KNN	5	8 dan 4	29988	76.0%

TABEL V
HASIL PENGUJIAN IRIS KIRI & KANAN (ANNULAR)

Classifier	K	HOG Cellsize & Orient.	Fitur Vektor	Akurasi
KNN	3	8 dan 8	14688	90.0%
KNN	5	8 dan 8	14688	90.0%
KNN	3	8 dan 4	29988	82.0%
KNN	5	8 dan 4	29988	80.0%

TABEL VI
HASIL PENGUJIAN IRIS KIRI (NORMALISASI)

Classifier	K	HOG Cellsize & Orient.	Fitur Vektor	Akurasi
KNN	3	8 dan 8	1044	92.0%
KNN	5	8 dan 8	1044	92.0%
KNN	3	8 dan 4	2124	88.0%
KNN	5	8 dan 4	2124	88.0%

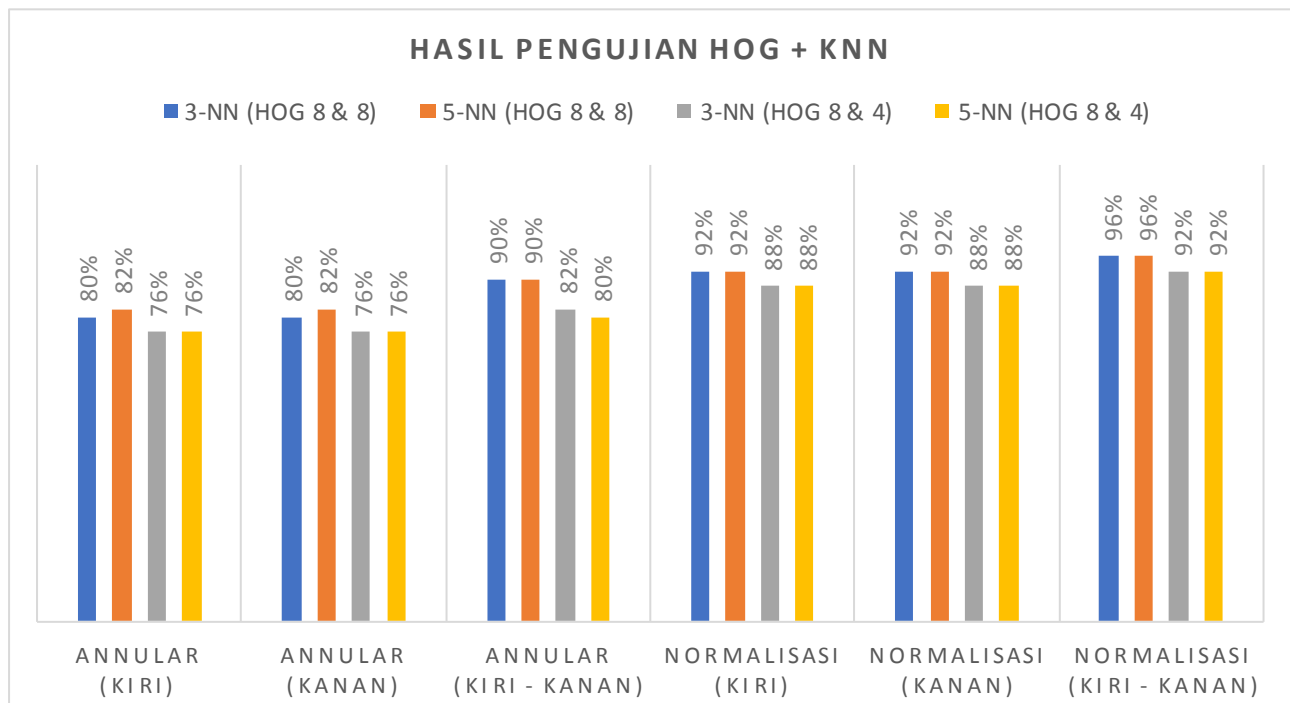
TABEL VII
HASIL PENGUJIAN IRIS KANAN (NORMALISASI)

Classifier	K	HOG Cellsize & Orient.	Fitur Vektor	Akurasi
KNN	3	8 dan 8	1044	92.0%
KNN	5	8 dan 8	1044	92.0%
KNN	3	8 dan 4	2124	88.0%
KNN	5	8 dan 4	2124	88.0%

TABEL VIII
HASIL PENGUJIAN IRIS KIRI & KANAN (NORMALISASI)

Classifier	K	HOG Cellsize & Orient.	Fitur Vektor	Akurasi
KNN	3	8 dan 8	1044	96.0%
KNN	5	8 dan 8	1044	96.0%
KNN	3	8 dan 4	2124	92.0%
KNN	5	8 dan 4	2124	92.0%

Berdasarkan tabel pengujian di atas dapat dilihat bahwa orientasi HOG yang digunakan untuk mengekstraksi citra menghasilkan panjang fitur vektor yang berbeda yaitu citra annular menghasilkan 14688 fitur untuk orientasi = 8 dan 29988 fitur untuk orientasi = 4. Sedangkan untuk citra normalisasi menghasilkan 1044 fitur untuk orientasi = 8 dan 2124 fitur untuk orientasi = 4. Panjang fitur vektor yang dihasilkan mempengaruhi akurasi pengenalan iris baik citra annular maupun citra normalisasi. Akurasi tertinggi untuk pengenalan citra annular yaitu 90% dan akurasi tertinggi untuk citra normalisasi yaitu 96%. Pada tabel pengujian dapat dilihat bahwa nilai K tidak mempengaruhi akurasi.



Gambar 10. Grafik Hasil Pengujian HOG + KNN

D. Pengujian 2 : HOG + Naive Bayes

Citra iris yang digunakan adalah sebanyak 500 citra, dimana 400 citra digunakan sebagai citra latih dan 100 citra uji. Skenario pengujian 2 HOG + Naive Bayes untuk citra annular dan citra normalisasi antara lain :

a. Data latih iris kiri sebanyak 200 citra dan data uji citra iris kiri sebanyak 50 citra. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel IX dan Tabel XII.

b. Data latih iris kanan sebanyak 200 citra dan data uji iris kiri sebanyak 50 citra. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel X dan Tabel XIII.

c. Data latih iris kiri dan iris kanan sebanyak 400 citra dan data uji iris kiri sebanyak 100 citra. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel XI dan Tabel XIV.

TABEL IX
HASIL PENGUJIAN IRIS KIRI (ANNULAR)

Classifier	HOG Cellsize & Orient.	Fitur Vektor	Akurasi
Naive Bayes	8 dan 8	14688	74.0%
Naive Bayes	8 dan 4	29988	74.0%

TABEL X
HASIL PENGUJIAN IRIS KANAN (ANNULAR)

Classifier	HOG Cellsize & Orient.	Fitur Vektor	Akurasi
Naive Bayes	8 dan 8	14688	74.0%
Naive Bayes	8 dan 4	29988	74.0%

TABEL XI
HASIL PENGUJIAN IRIS KIRI & KANAN(ANNULAR)

Classifier	HOG Cellsize & Orient.	Fitur Vektor	Akurasi
Naive Bayes	8 dan 8	14688	82.0%
Naive Bayes	8 dan 4	29988	80.0%

TABEL XII
HASIL PENGUJIAN IRIS KIRI (NORMALISASI)

Classifier	HOG Cellsize & Orient.	Fitur Vektor	Akurasi
Naive Bayes	8 dan 8	1044	92.0%
Naive Bayes	8 dan 4	2124	90.0%

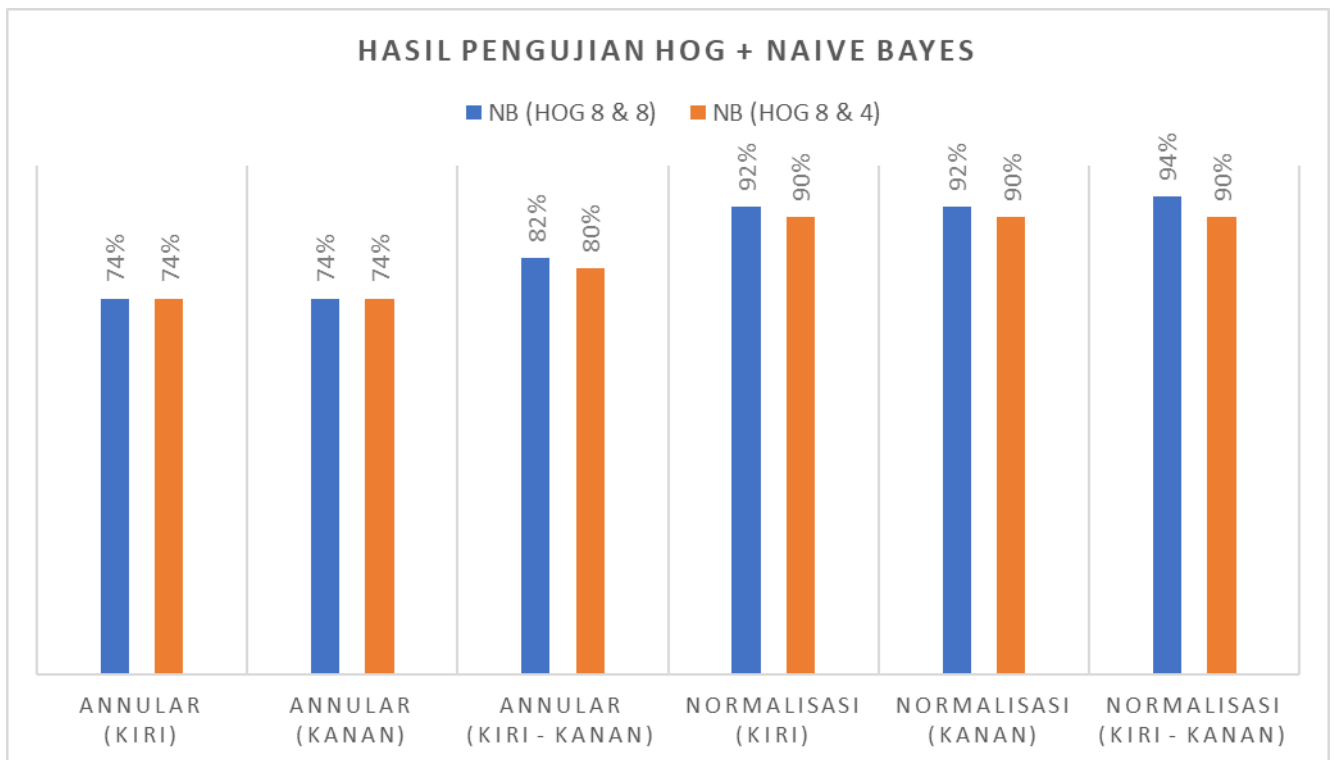
TABEL XIII
HASIL PENGUJIAN IRIS KIRI (NORMALISASI)

Classifier	HOG Cellsize & Orient.	Fitur Vektor	Akurasi
Naive Bayes	8 dan 8	1044	92.0%
Naive Bayes	8 dan 4	2124	90.0%

TABEL XIV
HASIL PENGUJIAN IRIS KIRI (NORMALISASI)

Classifier	HOG Cellsize & Orient.	Fitur Vektor	Akurasi
Naive Bayes	8 dan 8	1044	94.0%
Naive Bayes	8 dan 4	2124	90.0%

Berdasarkan tabel pengujian di atas dapat dilihat bahwa orientasi HOG yang digunakan untuk mengekstraksi citra menghasilkan panjang fitur vektor yang berbeda yaitu citra annular menghasilkan 14688 fitur untuk orientasi = 8 dan 29988 fitur untuk orientasi = 4. Sedangkan untuk citra normalisasi menghasilkan 1044 fitur untuk orientasi = 8 dan 2124 fitur untuk orientasi = 4. Panjang fitur vektor yang dihasilkan mempengaruhi akurasi pengenalan iris baik citra annular maupun citra normalisasi. Akurasi tertinggi untuk pengenalan citra annular yaitu 82% dan akurasi tertinggi untuk citra normalisasi yaitu 94%.



Gambar 11. Grafik Hasil Pengujian HOG + Naive Bayes

V. PENUTUP

A. Kesimpulan

Pada penelitian ini, sistem pengenalan iris telah diteliti dengan menggunakan dua pendekatan yaitu HOG + KNN dan HOG + *Naive Bayes* terhadap citra annular dan citra normalisasi iris. Hasil penelitian menunjukkan bahwa akurasi pengenalan tertinggi yang dicapai adalah 96% untuk citra normalisasi dengan pendekatan HOG + KNN. Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan orientasi pada HOG memiliki pengaruh terhadap panjang fitur vektor hasil ekstraksi citra iris dan berpengaruh terhadap akurasi pengenalan. Sedangkan jumlah *neighbor* (nilai K) tidak terlalu berpengaruh terhadap akurasi pengenalan.

Citra iris yang digunakan dalam pelatihan dan pengujian adalah citra annular dan citra normalisasi. Berdasarkan hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel Pengujian dan Gambar 10 dan Gambar 11 bahwa citra normalisasi memiliki akurasi pengenalan yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan citra annular, hal ini terjadi baik untuk metode HOG + KNN maupun HOG + *Naive Bayes*.

B. Saran

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan terdapat beberapa saran yang ingin disampaikan antara lain :

- Dalam penelitian ini masih terjadi *error* atau kegagalan saat proses segmentasi citra, oleh karena itu diharapkan penelitian selanjutnya dapat menggunakan teknik lain sehingga *error* tersebut dapat dihindari.
- Melakukan proses pelatihan dengan data latih yang lebih banyak.
- Menggunakan dataset citra iris lain seperti CASIA Iris Twins (Citra iris orang kembar), CASIA Iris Lamp, CASIA Iris Thousand dan lainnya, sehingga dapat diperoleh hasil pengenalan untuk jenis citra iris yang berbeda.
- Menggunakan ekstraksi fitur lain seperti SIFT, SURF, PCA atau lainnya dan *classifier* lain seperti ANN.
- Menambahkan satu tahapan dalam pengenalan iris yaitu seleksi fitur, sehingga hanya fitur terbaiklah yang kemudian akan diproses.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] L. Masek, "Recognition of Human Iris Patterns for Biometrics Identification," University of Western Australia, 2003.
- [2] R. Malutan, S. Emerich, and O. Pop, "Half Iris Biometric System Based on HOG and LIOP A . Histogram of Oriented Gradients (HOG) Local Intensity Order Pattern (LIOP)," *2016 2nd Int. Conf. Front. Signal Process.*, pp. 99–103, 2016.
- [3] S. B. Kulkarni, R. B. Kulkarni, U. P. Kulkarni, and R. S. Hegadi, "GLCM-Based Multiclass Iris Recognition Using FKNN and KNN," *Int. J. Image Graph.*, vol. 14, no. 3, pp. 1450010–1–1450010–27, 2014.
- [4] G. Savithiri and A. A. Murugan, "Performance Analysis on Half Iris Feature Extraction using GW, LBP and HOG," *Int. J. Comput. Appl.*, vol. 22, no. 2, pp. 27–32, 2011.
- [5] J. G. Daugman, "Biometric personal identification system based on iris analysis," 1994.
- [6] A. Radman, N. Zainal, and S. A. Suandi, "Automated segmentation of iris images acquired in an unconstrained environment using HOG-SVM and GrowCut," *Digit. Signal Process. A Rev. J.*, vol. 64, pp. 60–70, 2017.
- [7] A. Radman, N. Zainal, and K. Jumari, "Fast and reliable iris segmentation algorithm," *IET Image Process.*, vol. 7, no. 1, pp. 42–49, 2013.
- [8] S. Agarwal and R. K. Nayak, "Comparison of Iris Identification by Using modified SIFT and SURF keypoint Descriptor Comparison of Iris Identification by Using modified SIFT and SURF keypoint Descriptor," National Institute of Technology Rourkela, 2013.
- [9] C. A. of S. Institute of Automation, "Biometrics Ideal Test," *Center for Biometrics and Security Research*. [Online]. Available: <http://biometrics.idealtest.org/dbDetailForUser.do?id=4>.
- [10] L. Flom and A. Safir, "Iris recognition system," 1987.
- [11] S. Prabhakar, S. Pankanti, and A. K. Jain, "Biometric recognition: security and privacy concerns," *IEEE Secur. Priv. Mag.*, vol. 1, no. 2, pp. 33–42, 2003.
- [12] M. Alhamrouni, "Iris Recognition By Using Image Processing Techniques," Atılım University, 2017.
- [13] N. Dalal and B. Triggs, "Histograms of oriented gradients for human detection," *Proc. - 2005 IEEE Comput. Soc. Conf. Comput. Vis. Pattern Recognition, CVPR 2005*, vol. 1, pp. 886–893, 2005.
- [14] S. G. Qureshi, "Designing and Implementation of Iris recognition System Using Morphological Bridged Canny Edge Detection and KNN Classifier," vol. 4, no. 6, pp. 12604–12609, 2015.
- [15] M. Erbilek, M. C. Da Costa-Abreu, and M. Fairhurst, "Optimal configuration strategies for iris recognition processing," *IET Conf. Image Process. (IPR 2012)*, pp. B2–B2, 2012.
- [16] H. Mehrotra, B. Majhi, and P. Gupta, "Annular Iris Recognition Using SURF," pp. 464–469, 2009.
- [17] N. S. Sarode and A. M. Patil, "Iris Recognition using LBP with Classifiers-KNN and NB," vol. 4, no. 1, pp. 1904–1908, 2015.
- [18] C. Li, W. Zhou, and S. Yuan, "Iris recognition based on a novel variation of local binary pattern," *Vis. Comput.*, vol. 31, no. 10, pp. 1419–1429, 2015.